



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 196 17 739 C 1

⑤① Int. Cl. 6:  
A 61 G 11/00

②① Aktenzeichen: 196 17 739.1-32  
②② Anmeldetag: 3. 5. 98  
②③ Offenlegungstag: —  
②④ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 12. 6. 97

DE 196 17 739 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

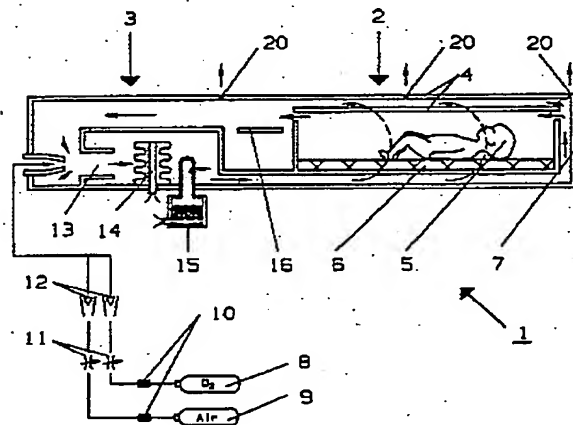
⑦③ Patentinhaber:  
Drägerwerk AG, 23558 Lübeck, DE

⑦② Erfinder:  
Koch, Jochim, Dr., 23909 Ratzeburg, DE; Franz,  
Wolfgang, 23556 Lübeck, DE

⑤② Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
EP 00 32 133 B1

⑤④ Inkubator für tomographische Untersuchungen

⑤⑦ Es wird ein Inkubator (1) für tomographische Untersuchungen vorgeschlagen, der durch die Kombination folgender Merkmale gekennzeichnet ist: Der Patientenabschnitt (2) wird durch einen im wesentlichen zylinderförmigen, doppelwandigen, aus transparentem Kunststoff bestehenden Abschnitt gebildet, woran sich der Versorgungsabschnitt (3) anschließt. Der Versorgungsabschnitt (3) enthält eine Differenzdruck erzeugende und gleichzeitig zur Luft- und Sauerstoffversorgung dienende Venturidüse (13), eine in Strömungsrichtung folgende Heizung (14), vorzugsweise kombiniert mit einem nachfolgenden, Wasserdampf abgebenden Luftbefeuchter (15) sowie schließlich Zu- und Abströmöffnungen zum und vom Patientenabschnitt (2) um eine umlaufende Luft- und Sauerstoffversorgung im Inkubator (1) mit gleichzeitiger Abgabe eines Gasanteils in die Umgebung durch Öffnungen (20) sicherzustellen.



DE 196 17 739 C 1

Die Erfindung betrifft einen Inkubator gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Bekannte Inkubatoren für Neu- und Frühgeborene weisen im allgemeinen eine Liegefläche mit einer zumindest teilweise offenbaren, weitgehend durchsichtigen Kunststoffhaube auf. Je nach Gesundheitszustand und Alter des auf der Liegefläche befindlichen Patienten wird die Luft im Inkubator erwärmt und angefeuchtet, um ein Abkühlen bzw. Austrocknen des Patienten zu verhindern.

Aus der EP 0 032 133 B1 ist ein Inkubator mit umlaufender Luftführung, Versorgungsabschnitt und Patientenabschnitt bekanntgeworden, wobei der Patientenabschnitt durch einen im wesentlichen zylinderförmigen, doppelwandigen, aus transparentem Kunststoff bestehenden Abschnitt gebildet wird.

Seit einigen Jahren werden zunehmend bildgebende Verfahren angewandt zur besseren Diagnose von Krankheiten. Es werden verschiedene tomographische Meßverfahren eingesetzt, wobei die bekanntesten die Magnetresonanztomographie, auch Magnetresonanztomographie genannt, und die mit Röntgenstrahlen arbeitende Computertomographie sind.

Auch für Neu- und Frühgeborene besteht die Notwendigkeit, derartige Untersuchungen mittels bildgebender Verfahren vorzunehmen. Hierbei besteht jedoch das Problem, daß ohne die schützende Umgebung eines geeigneten Inkubators die langwierigen Untersuchungen in den entsprechenden Untersuchungsapparaturen nicht möglich oder zu risikoreich wären, weil der zu untersuchende Patient zu stark auskühlt und austrocknet. Andererseits muß insbesondere für die Magnetresonanztomographie sichergestellt werden, daß keine magnetischen oder elektromagnetischen Störungen die eigentliche Vermessung des Patienten verfälschen oder überlagern, um die Qualität der Bildgebung und -auswertung nicht zu beeinträchtigen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Inkubator der eingangs genannten Art für tomographische Untersuchungen bereitzustellen, der die für den Patienten lebensnotwendigen mikroklimatischen Bedingungen aufrechterhält, dabei aber gleichzeitig keine elektromagnetischen Störungen für die tomographische Untersuchung erzeugt und seinerseits nicht in seiner Funktion durch das starke Magnetfeld des Tomographen gestört wird. Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen von Anspruch 1. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen des Inkubators nach Anspruch 1.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß keine solchen elektrisch betriebenen oder geschalteten Bauelemente verwendet werden, die die eigentliche tomographische Untersuchung stören würden oder selbst in ihrer Funktion gestört würden. So entfällt durch die Verwendung einer die Luft-/Gasumwälzung bewirkenden Venturidüsenanordnung eine sonst übliche und notwendige, elektromotorisch betriebene Lüfteranordnung. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist die kontrollierte, umlaufende Luft- und Gasführung innerhalb des Inkubators, um einerseits den direkten Kontakt des Patienten mit der durch die Heizung erwärmten Luft zu verhindern solange sie noch zu warm ist, andererseits aber eine dosierte Be- und Entlüftung des Patientenraumes zu ermöglichen. Schließlich ist der erfindungsgemäße Inkubator in Form einer rohrförmigen Einheit, bestehend aus Patientenabschnitt mit in Längs-

richtung daran anschließendem Versorgungsabschnitt besonders einfach zu handhaben, ohne daß die tomographische Untersuchung des Patienten gestört oder behindert wird. Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in der einzigen Figur schematisch im Längsschnitt dargestellt ist.

Der erfindungsgemäße Inkubator 1 mit umlaufender Luftführung besteht aus zwei in Längsrichtung direkt anschließenden und in Gasströmungsverbindung stehenden Abschnitten 2, 3 um mit der Stirnseite 7 vorweg direkt in eine entsprechende Meßspule eines Tomographen eingeschoben zu werden. Der röhrenförmig aufgebaute Patientenabschnitt 2 wird durch eine umlaufende Doppelwand 4 gebildet, die vorzugsweise aus einem Polymethacrylat, insbesondere Polymethylmethacrylat (PMMA), besteht, um aufgrund der guten Transparenz des Materials den Patienten 5 visuell von außen überwachen zu können. Um den Patienten 5 aus dem Patientenabschnitt 2 herauszunehmen oder um ihn dort hineinzu legen, ist der obere Bereich des Patientenabschnitts 2 in Form eines abnehmbaren Deckels oder einer mittels Scharnieren aufklappbaren Haube ausgebildet (nicht dargestellt). Im unteren Bereich der Doppelwand 4 befindet sich der kanalförmige Luft-/Sauerstoffstrom aus dem Versorgungsabschnitt 3. Aufgrund der im Versorgungsabschnitt 3 erzeugten Druckdifferenz strömt das Gasgemisch aufsteigend in der Doppelwand 4 um den Patienten 5 herum. Ein Teil des Gasstroms steigt im doppelwandigen Bereich der Stirnseite 7 des Inkubators 1 auf, so daß die Umluft gleichzeitig axial zur Stirnseite 7 und radial kreisförmig nach oben geführt wird. Der untere Bereich der Doppelwand 4 dient gleichzeitig als Liegefläche für die Aufnahme des auf einer wärmeisolierenden Matratze 6 liegenden Patienten 5. Die gestrichelten Zeilen deuten die konzentrische, in Umfangsrichtung verlaufende Gasströmungsrichtung in der Doppelwand 4 an, die kurzen Pfeile die Gasströmung im stirnseitigen Bereich der Doppelwand 4, in den Innenraum des Patientenabschnitts 2 sowie wieder hinaus und schließlich die Gasströmung durch Öffnungen 20 aus dem Inkubator 1 nach außen in die Umgebung. Der Versorgungsabschnitt 3 des Inkubators 1 ist folgendermaßen aufgebaut, um Beheizung und Belüftung des Patientenabschnitts 3 im Luftumwälzprinzip sicherzustellen, wobei ständig ein Anteil der Luft erneuert wird:

Mit Hilfe von Sauerstoff und Luft, zum Beispiel durch Druckgasflaschen 8, 9 wird über Druckminderer 10, Dosierventile 11 und Volumenstrommesser 12 eine Venturidüse 13 oder eine entsprechende Anordnung mehrerer, insbesondere parallel angeordneter Venturidüsen betrieben, so daß ein Differenzdruck erzeugt wird, der eine Umwälzung des Luft-/Gasgemisches im Inkubator 1 bewirkt und für den nötigen Wärmeaustausch sorgt. Anstatt 8, 9, 10 können O<sub>2</sub> und Luft auch aus einer zentralen Versorgungsanlage entnommen werden. Anstatt 11 und 12 kann auch ein Mischer verwendet werden. Die kontrollierte Mischung von Luft und Sauerstoff des Antriebsgases der Venturidüse 13 erlaubt die Einstellung jeder gewünschten Sauerstoffkonzentration im Patientenabschnitt 2 und damit in der Atemluft des Patienten 5, da das Antriebsgas den durch die Pfeile ange deuteten Strömungsweg zum Patientenabschnitt 2 in der gewählten Zusammensetzung zurücklegt. Zur Funktionssteuerung des Versorgungsabschnitts 3 wird auf die Verwendung von Komponenten, die elektromagnetische Strahlung emittieren, wie beispielsweise Mikroprozessoren, verzichtet. Es wird auch auf elektr. Komponenten verzichtet, die in ihrer Funktion vom Magnet-

feld des Tomographen gestört werden wie z. B. Trafo oder Motor. Die Regelung der Temperatur über die Heizung 14 erfolgt durch einen geschalteten Zweipunktregler, dessen Sensor 16 die Temperatur mißt. Im Ausführungsbeispiel arbeitet ein Flüssigkeitsausdehnungssystem auf einen Mikroschalter. Der Mikroschalter schaltet wegen des sonst entstehenden Schaltfunken die Heizung 14 nicht direkt ein und aus. Vielmehr steuert der Mikroschalter mit minimaler Schaltleistung ein Halbleiterrelais an, das seinerseits die Heizung 14 im Nulldurchgang der Wechselspannung ein- und ausschaltet, ohne elektromagnetische Störstrahlung zu erzeugen. In Strömungsrichtung hinter der Heizung 14 befindet sich im Ausführungsbeispiel ein Wasserkocher als Luftbefeuchter 15 für das umlaufende Luft-/Gasgemisch. Dieses ist insbesondere für unreife Frühgeborene wichtig, um Wärmeverluste durch Wasserverdunstung zu vermeiden. Durch eine hohe Umgebungsluftfeuchte des Patienten 5 lassen sich diese Verluste stark reduzieren. Das zugeführte Luft-/Sauerstoffgemisch erzeugt mit dem Venturi-Prinzip einen Differenzdruck, der eine Umwälzung der Luft im Inkubator 1 vornimmt und damit für den nötigen Wärmeaustausch sorgt. Die Ausspülung von Kohlenstoffdioxid aus dem inneren Patientenraum zwischen Matratze 6 und umlaufender Doppelwand 4 geschieht durch die ständige Frischgaszufuhr und die Gasverluste des Inkubators 1 durch die im oberen Bereich der Außenwand vorgesehenen Öffnung 20 in Form von Spalten (angedeutet durch kurze Ausströmpfeile nach oben).

Der Versorgungsabschnitt 3 mit der Luftumwälzeinrichtung mit Venturidüse 13, Heizung 14, Luftbefeuchter 15 und der entsprechenden Regelung ist entfernt vom Patientenabschnitt 2 mit dem Patienten 5 angeordnet, so daß er von Magnetkräften der Untersuchungsspule weniger stark beeinflusst wird und seinerseits die empfindlichen Meßsignale der Meßspule weniger beeinflussen und stören kann. Die Luftführung im Patientenabschnitt 2 erfolgt in der Doppelwand 4. Wärmeverluste treten nur an der Außenwand auf. Die innere Wand ist dadurch wärmer als die äußere Wand temperiert und vermindert die Strahlungsverluste des Patienten 5. Der Patient 5 kommt außerdem nicht in direkte Berührung mit der im Versorgungsabschnitt 3 durch die Heizung 14 aufgeheizten Luft. Dadurch sind Verbrennungsgefahren ausgeschlossen. Ein Teil der Umluft wird direkt über den Innenraum des Patientenabschnitts 2 geführt, um hier zu einem Wärme- und Luftaustausch beizutragen, insbesondere auch zur Ausspülung von Kohlenstoffdioxid. Im Ausführungsbeispiel wurde ein zugeführter konstanter Volumenstrom aus Sauerstoff und Luft von etwa 30 Liter/Minute eingestellt. Der Inkubator 1 wurde im Beispiel so dimensioniert, daß bei einer kontrollierten Gasabgabe in die Umgebung durch die Öffnung 20 in Form von Schlitzfenstern von ca. 30 Liter/Minute ein zur Venturidüse 13 zurückströmender, umgewälzter Volumenstrom von ca. 100 Liter/Minute verbleibt.

#### Patentansprüche

1. Inkubator mit umlaufender Luftführung, Versorgungsabschnitt und Patientenabschnitt, wobei der Patientenabschnitt durch einen im wesentlichen zylinderförmigen, doppelwandigen, aus transparentem Kunststoff bestehenden Abschnitt gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, daß
  - a.) der Versorgungsabschnitt (3) an den Patientenabschnitt (2) anschließt und

b.) eine Differenzdruck erzeugende und gleichzeitig zur Luft- und Sauerstoffversorgung dienende Venturidüse (13) und eine in Strömungsrichtung folgende Heizung (14), vorzugsweise kombiniert mit einem nachfolgenden, Wasserdampf abgebenden Luftbefeuchter (15) vorgesehen sind,

c.) zum und vom Patientenabschnitt (2) Zu- und Abströmöffnungen (20) vorgesehen sind, die eine umlaufende Luft- und Sauerstoffversorgung im Inkubator (1) mit gleichzeitiger Abgabe eines Gasanteils in die Umgebung durch die Öffnungen (20) sicherstellen.

2. Inkubator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft- und Sauerstoffversorgung aus Druckflaschen (8, 9) oder aus einer zentralen Gasversorgung über Gasmischer eingestellt wird.
3. Inkubator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das von außen in den Inkubator (1) einströmende Luft- und Sauerstoffgemisch und das aus dem Inkubator (1) nach außen strömende Gasvolumen etwa 10 bis 40 Liter/Minute beträgt.
4. Inkubator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der im Inkubator (1) umgewälzte Gasvolumenstrom abzüglich des aus dem Inkubator (1) nach außen strömenden Gasvolumens etwa 80 bis 160 Liter/Minute beträgt.
5. Inkubator nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dessen Wände zumindestens im Bereich des Patientenabschnitts (2) aus Polymethacrylat, insbesondere Polymethylmethacrylat (PMMA) bestehen.
6. Inkubator nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizung (14) mit Hilfe eines temperaturabhängig betätigten Mikroschalters ein- oder ausgeschaltet wird, wobei der Mikroschalter mit minimaler Schaltleistung ein Halbleiterrelais ansteuert, das seinerseits die Heizung (14) im Nulldurchgang der Wechselspannung ein- und ausschaltet.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

